

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie
Studijní obor: Biologie



Eva Vilímková

Dentice člověka a její význam pro forenzní identifikace
Human dentition and its importance for forensic identification

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Jana Velemínská, Ph. D.

Praha, 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 29. 4. 2019

Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala doc. RNDr. Janě Velemínské, Ph.D. za cenné rady a nesmírnou trpělivost při vedení této bakalářské práce.

ABSTRAKT

V případě nálezu neznámého mrtvého těla je třeba tuto osobu identifikovat. Vedle vizuální identifikace, identifikace na základě otisků prstů a DNA identifikace je hojně využívaným přístupem forenzní odontologie. Během vyšetřování jsou získány antemortem zubní záznamy a probíhá jejich komparace s postmortem nálezem. Nejčastěji jsou analyzovány RTG snímky dentice. Na snímcích mohou být zobrazeny sanační zásahy, které jsou velmi spolehlivým identifikačním znakem. V případě nálezů pozůstatků bez zubů také existují různé možnosti, jak danou osobu ztotožnit. Forenzní odontologie se ale nezabývá pouze identifikací zemřelých, uplatňuje se také při analýze stop po kousnutí, případně lze zkoumat i otisky rtů zanechané na místě činu a jejich přiřazení k osobě, která otisk zanechala.

Klíčová slova: identifikace, forenzní odontologie, stopy po kousnutí, otisky rtů

ABSTRACT

When an unknown cadaver is found it is necessary to identify it. In addition to visual identification, finger print analysis and DNA analysis can also be used to identify it. There is also a possibility of dental identification which is a frequently used approach. During the investigation, antemortem dental records are obtained and then compared with postmortem dental findings. X-ray images of dentition are the most often analyzed material. Dental restorations can be seen on these images and they are reliable identification features. In the case where toothless remains are found there is still a variety of options how to identify the person. However, forensic odontology does not only deal with the identification of the deceased but it is also applied to the analysis of bite marks or it is also possible to examine lip prints left at the crime scene and their assignment to the person who left the lip print.

Keywords: identification, forensic odontology, bite marks, lip prints

OBSAH

Úvod.....	1
1 Forezní identifikace na základě dentice	2
1.1 Identifikace na základě srovnání antemortem a postmortem RTG snímků	3
1.2 Analýza sanačních zásahů.....	7
1.3 Identifikace bezzubých jedinců	9
1.3.1 Identifikace na základě zubní protézy.....	9
1.3.2 Identifikace na základě analýzy <i>Sinus frontalis</i> a <i>Sinus maxillaris</i>	12
1.3.3 Identifikace na základě analýzy <i>Rugae palatinae</i>	14
2 Analýza stop po kousnutí	16
3 Analýza otisků rtů	19
Závěr	21
Seznam literatury	23

ÚVOD

Nejběžnějšími a zároveň nejspolehlivějšími způsoby identifikace neznámých zemřelých jsou vizuální identifikace, analýza otisků prstů, analýza chrupu a analýza DNA (Hatch *et al.*, 2014). Užitečná je také zdravotnická dokumentace, která obsahuje informace o tělesné výšce, hmotnosti a věku. Identifikaci usnadňují charakteristiky jako tetování, jizvy, mateřská znaménka, amputace, protézy, implantáty a tělesné anomálie včetně anomálií chrupu – ty jsou pro forenzní odontologii velmi podstatné, protože mohou identifikační proces zjednodušit (Hinchliffe, 2011).

Vizuální identifikace zemřelých je možná s ohledem na zchovalost těla a zpravidla není dostačující z důvodu chybovosti při hodnocení neznámých tváří. Taktéž analýzu otisků prstů je možné provést pouze, pokud je tělo zchovalé (Caplova *et al.*, 2018).

Forenzní odontologie, tedy identifikace na základě dentice, je využívána k určení nebo potvrzení identity zemřelých osob, případně pachatelů trestných činů (Pretty and Sweet, 2001). Kromě zubů jako takových lze analyzovat také stopy po kousnutí (Zakirulla and Allahbaksh, 2011). Nejčastější případy, kdy bývá tato disciplína využita, představují přírodní katastrofy, nehody (např. letecké) nebo jiná hromadná neštěstí (Avon, 2004). Tvrdé zubní tkáně vydrží i působení vysoké teploty (např. při požáru) a stále mohou být podrobeny analýze, ale je nutné zacházet s nimi velmi opatrně a při transportu je dobře chránit před destrukcí (Hill, Lain and Hewson, 2011).

Forenzní odontologie je nepostradatelná v případech, kdy jsou měkké tkáně změněny dekompozičními procesy a jedince nelze identifikovat např. podle otisků prstů nebo vizuálně, tedy když je tělo spálené, v pokročilém rozkladu, skeletalizované nebo disartikulované. Užitečná může být i v případě identifikace osoby trpící amnézií nebo osoby záměrně skrývající svou identitu (Zakirulla and Allahbaksh, 2011; Interpol, 2014).

Určení identity zemřelých osob je klíčové jak pro další právní kroky, tak pro pozůstalé (Caplova *et al.*, 2018). V identifikačním procesu jsou obvykle získány antemortem zubní záznamy a posléze jsou tato data porovnávána s postmortem daty. Jedná se o analýzu morfologie dentice – sanačních zásahů, jako jsou zubní výplně a endodontická ošetření, případně zubních protéz částečných i kompletních (ABFO, 1994).

Tato bakalářská práce představuje dentici člověka jako soubor znaků, který je pro každého člověka individuální. Této individuality je dosaženo převážně sanačními zásahy, na které se experti v identifikačním procesu zaměřují. Tato práce pojednává o identifikaci pomocí morfologických aspektů zubů, nicméně ze zubní dřeně lze k analýze získat i DNA. Dále jsou v práci uvedeny možnosti identifikace bezzubých osob a možnosti analýzy stop po kousnutí, které jsou z forenzního hlediska rovněž významné.

1 FORENZNÍ IDENTIFIKACE NA ZÁKLADĚ DENTICE

Forenzní odontologie často vstupuje do identifikačního procesu poté, co jiné metody neuspěly (Hinchliffe, 2011). Postup forenzních odontologů při vyšetřování je dán pravidly, která mají zaručit systematickou práci. Tato pravidla jsou editována podle nejnovějších poznatků, nicméně není snadné zavést celosvětově dodržovaný postup (Vermeylen, 2006).

Identifikace se zpravidla provádí na základě srovnání antemortem a postmortem záznamů. Antemortem záznamy zahrnují RTG snímky, poznámky zubního lékaře, odlitky a fotografie. Možným zdrojem antemortem dat jsou nejen ordinace zubních lékařů, ale také nemocnice, pojišťovny či policie (ABFO, 1994). Antemortem data někdy nejsou dostupná nebo nemají dostatečnou kvalitu na to, aby mohla být použita v identifikačním procesu (Christensen, Hatch and Brogdon, 2014).

Úspěšná identifikace je závislá na dostupnosti a přesnosti antemortem dat. Jejich kvalita je ovlivněna zubními lékaři, kteří uchovávají informace o svých pacientech. Mezi různými stomatology i mezi různými státy se kvalita záznamů liší (Zakirulla and Allahbakhsh, 2011). Pokud tato data nelze získat (např. z důvodu skeletalizace těla nebo dlouhé doby pohřešování osoby), na základě vyšetření se vytvoří zubní profil zemřelého a s jeho pomocí je zúžen okruh pohřešovaných. Profil zahrnuje informace o věku, etnické příslušnosti, pohlaví a socio-ekonomickém statusu zemřelého, může podat také informace o onemocněních (Pretty and Sweet, 2001; Wood, 2006). Zubní profil je rovněž užitečný u osob, které nemají žádné sanační zásahy (Kvaal, 2006). Někdy je možné odhadnout zemi, ze které by zemřelý mohl pocházet, na základě způsobu provedení sanačního zásahu a použitého materiálu (Interpol, 2014). Informace o stavu dentice mohou být využity k rekonstrukci podoby zemřelého. Identifikaci lze provést i podle zubní protézy nebo rovinátek (Pretty and Sweet, 2001).

Záznam z postmortem vyšetření by měl obsahovat tvar zubních oblouků, uspořádání zubů, počet a pozici přítomných a chybějících zubů, rozložení veškerých sanačních zásahů (např. protézy, výplně, implantáty), jejich velikost a použitý materiál, stav zubů (např. zlomené zuby, abrazi, erozi, zubní kámen, skvrny, zubní kazy), anomálie (tvaru, velikosti), stav tkání a případné patologie a další charakteristiky, které mohou být užitečné. Všechny tyto informace jsou pro identifikaci důležité (Pretty and Sweet, 2001).

Identifikace bývá snazší u jedinců, kteří mají více sanačních zásahů (Pretty and Sweet, 2001). Čím více zásahů jedinec má, tím je identifikace rychlejší a spolehlivější – léčebné zásahy činí dentici unikátní. Absence nebo nízký počet zásahů nicméně neznamenají nemožnost identifikace, proces je ale komplikovanější (přistupuje se např. k hodnocení tvaru kořenů zubů) (Hinchliffe, 2011; Balachander *et al.*, 2015). V současnosti mají lidé sanačních zásahů méně než v minulosti, zřejmě v důsledku lepší péče o chrup, což může snížit pravděpodobnost úspěšné identifikace. Pokud identifikace není úspěšná nebo není k dispozici antemortem záznam, může být postmortem záznam použitý k vyloučení jiných osob (Avon, 2004). V případě, že identifikaci nelze provést na základě chrupu ani čelistí, lze provést identifikaci podle konfigurace *Sinus frontalis* (Wood, 2006). Jeho tvar se

po ukončení růstu již nemění, je to tedy relevantní znak pro identifikaci (Pfaeffli *et al.*, 2007). Kromě *Sinus frontalis* lze využít také konfiguraci *Sinus maxillaris*, případně *Rugae palatinae*.

Někteří zemřelí zůstávají neidentifikovaní z důvodu absence či nedostatečnosti antemortem dat. Data mohou být ve špatné kvalitě nebo již neexistují z důvodu dlouhé doby uplynulé od smrti do nálezů těla (Sweet, 2010). Pokud nejsou důkazy pro potvrzení identity dostačující, může být provedena faciální rekonstrukce (Pereira *et al.*, 2017).

Výsledek analýzy chrupu je v kriminálních případech často použit jako důkaz u soudního jednání, proto je nutné analýzu provést přesně a spolehlivě (Balachander *et al.*, 2015). Identifikaci provádí dva znalci, kteří své poznatky vzájemně srovnávají – tím je zajištěna vyšší přesnost. Při vyšetřování je každý zub podrobně popsán. Pokud některý zub chybí, stanovuje se, zda došlo ke ztrátě postmortem, nebo již antemortem. Jeden zdravý zub může být vytržen pro pozdější analýzy, např. DNA, ovšem pouze po pečlivém zdokumentování původního stavu dentice. Záznamy z vyšetření se dnes zapisují elektronicky, čímž se lze vyhnout chybám vzniklým v důsledku chybného přechtení rukopisu (Kvaal, 2006).

Forenzní odontologie bývá hojně využívána při identifikaci obětí hromadných neštěstí. Těla obětí jsou často spálená, disartikulovaná nebo byla delší dobu ve vodě. Tyto okolnosti znemožňují vizuální identifikaci, komplikují identifikaci podle otisků prstů a identifikace na základě analýzy DNA je často neproveditelná. Zuby jsou nejtvrdší tkání lidského těla a jsou rezistentní vůči poškození žářem i vodou, také jsou v ústní dutině dobře chráněny měkkými tkáněmi a čelistními kostmi. Kombinace těchto faktorů z dentice činí vhodný důkazní materiál (Eastwood, Fletcher and Laird, 1984). V případě, že hrozí destrukce pozůstatků, jsou přímo na místě neštěstí vyfotografovány. Je třeba zajistit, aby při manipulaci s pozůstatky nedošlo ke ztrátě zubů (Kvaal, 2006).

Postup při identifikaci obětí hromadných neštěstí je dán protokolem Interpolu (2014), podle kterého postupují DVI týmy (DVI = Disaster Victim Identification; týmy pro identifikaci obětí hromadných neštěstí).

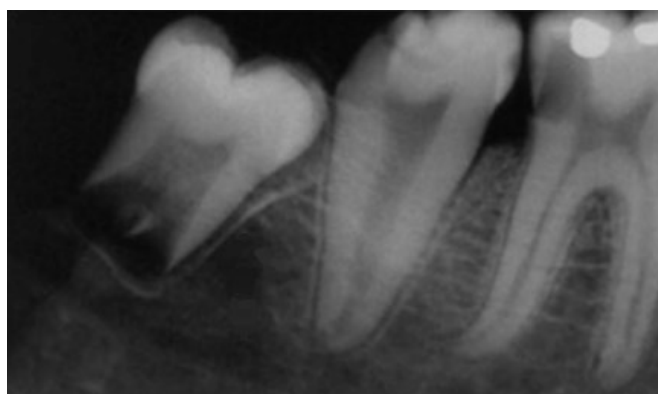
1.1 Identifikace na základě srovnání antemortem a postmortem RTG snímků

RTG snímky dentice zobrazují zubní dřev (na snímku má nízký jas), kostní tkáň (na snímku má průměrný jas) a tvrdé zubní tkáň (enamel a dentin, na snímku mají vysoký jas). Sanační zásahy mají na snímku nejvyšší jas, jsou zobrazeny jako bílé plochy. Při špatné expozici snímků je úroveň jasu kostní tkáň a tvrdých zubních tkání podobná, což zhoršuje orientaci ve snímku (Nomir and Abdel-Mottaleb, 2007). Nejpoužívanější RTG snímky dentice jsou ortopantomogram (panoramatický snímek zobrazující celou dentici, ale neznázorňuje drobné detaily), periapikální snímek (zobrazuje zub včetně hrotu kořene) a skusový snímek (zachycuje laterální zuby horní i dolní čelisti, ale hroty kořenů nejsou dobře patrné) (Nomir and Abdel-Mottaleb, 2005). Ortopantomogram je pořizován extraorálně, periapikální a skusové snímky intraorálně (Tohnak *et al.*, 2007). Ortopantomogram zobrazuje celou dentici, jak je možné vidět na obr. 1. Periapikální snímek oproti tomu zobrazuje jednotlivý zub od

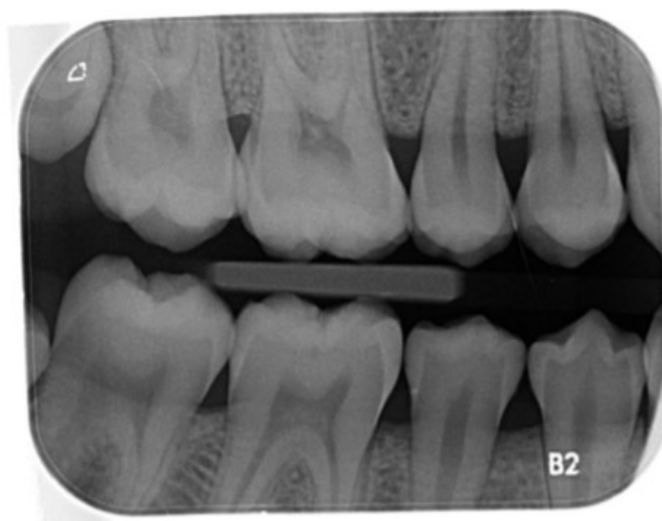
korunky až po hrot kořene (viz obr. 2) a je často využíván ke zjištění morfologie kořenů. Skusový snímek zobrazuje především korunky laterálních zubů (viz obr. 3) a využíván je převážně pro zobrazení zubních kazů na aproximálních plochách zubů a zobrazení již existujících sanačních zásahů (Viner and Robson, 2017). V některých případech může být i jeden intraorální snímek dostačující pro úspěšnou identifikaci (Pinchi *et al.*, 2013).



Obr. 1: Příklad ortopantomogramu (převzato z Viner and Robson, 2017)



Obr. 2: Příklad periapikálního RTG snímku (upraveno podle Silva *et al.*, 2014)



Obr. 3: Příklad skusového RTG snímku (převzato z Viner and Robson, 2017)

Vytvoření postmortem RTG snímku je užitečné, protože může odhalit to, co není na první pohled patrné, např. výplň shodné barvy se zubem může být snadno přehlédnuta (ABFO, 1994; Zakirulla and Allahbaksh, 2011; Viner and Robson, 2017). Postmortem RTG snímek může také přispět k vytvoření zubního profilu (Wood, 2006). Antemortem snímky vznikají pro klinické účely, ale postmortem snímky jsou pořizovány pouze za účelem identifikace. Cílem pořízení postmortem RTG snímků je zdokumentovat stav dentice v okamžiku smrti (Pfaeffli *et al.*, 2007; Wood and Kogon, 2010). Při pořizování postmortem RTG snímků je cílem vytvořit snímek takový, aby co nejlépe odpovídal antemortem snímku. Pokud jsou antemortem a postmortem snímky vytvořeny z odlišných úhlů, mohou se i shodné znaky zdát rozdílné, což snižuje pravděpodobnost úspěšné identifikace (Forrest and Wu, 2010).

Wood and Kogon (2010) považují srovnání antemortem a postmortem RTG snímků za základní pilíř identifikačního procesu. Příklad srovnání antemortem a postmortem RTG snímků je možné vidět na obr. 4. Při pořizování postmortem RTG snímku by čelisti měly být ve stejné pozici jako na antemortem snímku (ABFO, 1994) a pokud je to možné, snímek by měl být zhotoven stejnou metodou jako antemortem snímek (Viner and Robson, 2017).

Wood (2006) navrhuje následující postup při identifikaci na základě srovnávání antemortem a postmortem snímků:

- Zjištění kvality antemortem snímků a zjištění, co bylo pořízením daného snímku sledováno
- Ohledání postmortem materiálu a pořízení snímků zaměřených na oblasti, na které se zaměřují antemortem snímky
- Označení snímků tak, aby bylo nezpochybnitelné, které jsou pořízeny antemortem a které postmortem
- Vizuální analýza snímků
- Označení nálezů, ve kterých se antemortem a postmortem snímky shodují
- Označení nálezů, ve kterých se antemortem a postmortem snímky liší a pokud možno tyto odlišnosti vysvětlit
- Závěr identifikačního procesu

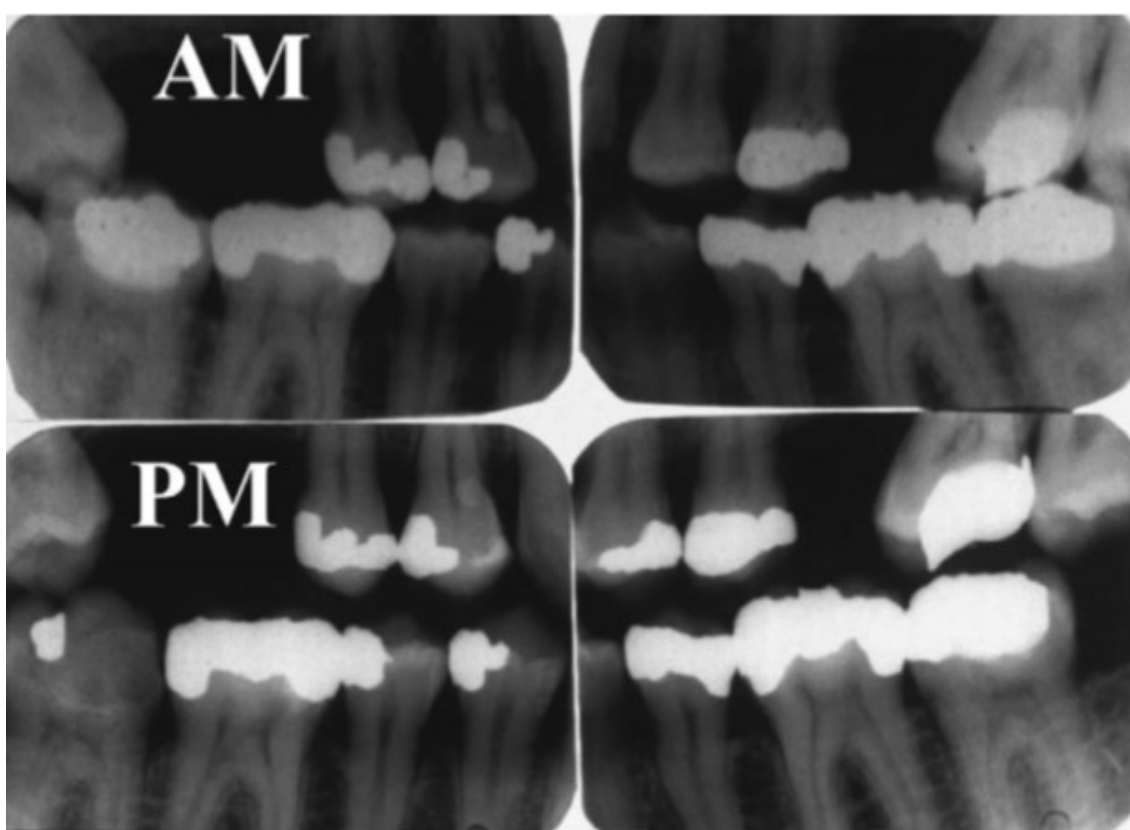
Mimo RTG snímky lze jako antemortem záznam použít psané poznámky zubního lékaře, nicméně při jejich interpretaci je vyšší riziko chyby, RTG snímky jsou tedy preferovány (Forrest and Wu, 2010).

Mezi antemortem a postmortem záznamy mohou existovat rozdíly. Tyto rozdíly jsou buď vysvětlitelné, nebo nevysvětlitelné. Vysvětlitelné rozdíly lze objasnit časem, který uplynul mezi pořízením záznamu a smrtí, např. v antemortem záznamu je více zubů či méně sanačních zásahů než v postmortem záznamu. V tomto případě je identifikace stále možná (Avon, 2004). Pokud jsou přítomny nevysvětlitelné rozdíly (např. v antemortem záznamu je chybějící zub, ale v postmortem

záznamu je tentýž zub přítomen), nastává vyloučení – záznamy nemohou pocházet od stejné osoby (Pretty and Sweet, 2001).

Podle ABFO (1994) existují 4 možnosti výsledku identifikačního procesu, a to:

- Pozitivní identifikace: nejsou přítomny nevysvětlitelné rozdíly, antemortem a postmortem data jsou v dostatečné shodě
- Pravděpodobná identifikace: antemortem a postmortem data mají společné znaky, ale jeden ze záznamů není kvalitní tak, aby bylo možné identitu potvrdit
- Nedostatečné důkazy: informace z dostupných dat nejsou dostatečné pro vytvoření závěru
- Vyloučení: antemortem a postmortem data se neshodují, nepochází od stejné osoby



Obr. 4: Příklad srovnání antemortem (nahore) a postmortem (dole) RTG snímků. Mezi antemortem a postmortem snímky existují rozdíly, nicméně jsou vysvětlitelné časem uplynulým mezi pořízením snímků (pacient absolvoval další léčebné zásahy), případ je tedy stále možné uzavřít jako pozitivní identifikaci (převzato z Wood, 2006)

Čím více shodných charakteristik antemortem a postmortem záznam vykazují, tím je identifikace spolehlivější (Eastwood, Fletcher and Laird, 1984). Nicméně finální výrok, do jaké míry se antemortem a postmortem data shodují, je značně subjektivní (Christensen, Hatch and Brogdon, 2014). V procesu identifikace hrají významnou roli i zkušenosti vyšetřovatele. Čím je tento expert v oboru zkušenější, tím je vyšší pravděpodobnost správného závěru (Sholl and Moody, 2001). Studie

Page *et al.* (2017) prokázala, že shodu mezi RTG snímky by měly posuzovat pouze osoby s potřebnou kvalifikací, tedy soudní znalci z oboru odontologie. Bylo zde shledáno, že v některých případech, které byly dokonce posuzovateli vnímány jako snadné, došlo k chybnému závěru identifikačního procesu.

Rovněž byly provedeny studie zabývající se komparací RTG snímků dentice bez sanačních zásahů. Bylo prokázáno, že čím delší je interval mezi pořízením antemortem a postmortem snímku, tím nižší je přesnost identifikace. Bylo snazší vyloučit neshodující se snímky, než spárovat správné antemortem a postmortem snímky (Gorza and Mânica, 2018). Další studie, zaměřující se na identifikaci snímků bez sanačních zásahů, poukazuje na to, že experti se v tomto případě orientovali podle morfologie korunek, kořenů a dřeňové dutiny. Úspěšnější byli ti experti, kteří snímky srovnávali na základě více než jednoho znaku (Balla and Forgie, 2017).

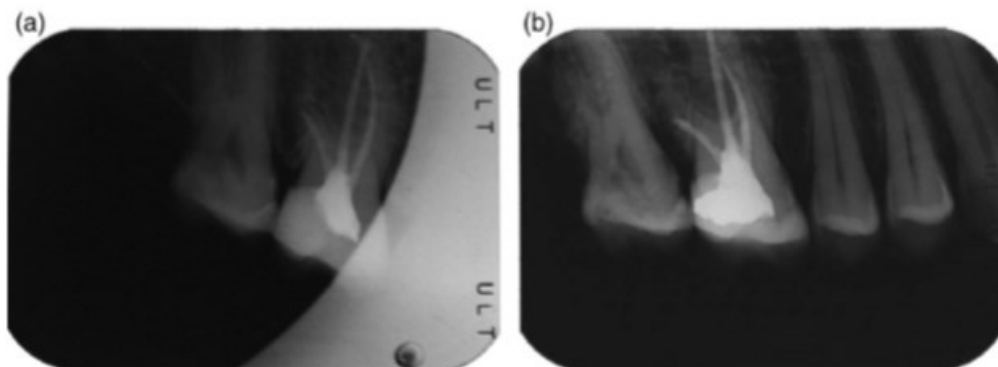
Manuální srovnávání snímků umožňuje porovnat postmortem záznam pouze s malou databází antemortem záznamů kvůli časové náročnosti tohoto postupu. Vytvoření automatizovaného systému na srovnávání snímků umožní zahrnout do analýzy více antemortem záznamů, což zvýší pravděpodobnost úspěšné identifikace. Systém vybere antemortem snímky, které mají nejvyšší shodu s postmortem snímkem a expert manuálně porovná pouze tyto snímky. Takovýto systém prezentují např. Nomir and Abdel-Mottaleb (2005, 2007), Jain and Chen (2004) nebo Lin, Lai and Huang (2012).

V současnosti je při identifikaci na základě dentice standardem srovnávání RTG snímků, nicméně s technickým pokrokem zobrazovacích technologií je další možností radiologického zkoumání dentice výpočetní tomografie (CT – Computed Tomography) (Nguyen and Doyle, 2018). Vytváří snímky celé dentice, nicméně její nevýhodou je nemožnost zachytit jemné detaily, např. přesný tvar zubní výplně, kvůli přítomnosti artefaktů na snímku (Thali *et al.*, 2006; Nguyen and Doyle, 2018). Výhody oproti RTG snímkům jsou zejména 3D zobrazení a možnost porovnat výstup CT vyšetření s výstupem jakéhokoli jiného radiologického vyšetření. Výpočetní tomografií lze také vytvořit snímek podobný RTG snímku (Hatch *et al.*, 2014; Nguyen and Doyle, 2018). V současné době neexistuje žádný standardizovaný postup při využití CT snímků v identifikačním procesu (na rozdíl od RTG snímků). V budoucnu by mohlo být možné nahradit analýzu RTG snímků analýzou CT snímků, nicméně je nutné ještě důkladně zhodnotit výpovědní hodnotu CT snímků pro identifikaci osob. Stejně jako u hodnocení RTG snímků je i u hodnocení CT snímků úspěšnost ovlivněna zkušenostmi experta (Ruder *et al.*, 2016; Nguyen and Doyle, 2018). Jako prevenci chyb navrhuje Ruder *et al.* (2016) hodnocení vzorku dvěma experty a v případě rozdílného závěru vzorek ohodnotí ještě třetí expert.

1.2 Analýza sanačních zásahů

Sanační zásahy jsou léčebné zásahy do dentice, které provádí zubní lékař při ošetřování dentálních onemocnění, např. kazů či zánětů. Jedná se o zubní výplně nebo endodontická ošetření. Tyto zásahy činí dentici charakteristickou, žádné dvě dentice se sanačními zásahy nejsou identické (Mertz, 1977; citace podle Eastwood, Fletcher and Laird, 1984).

Každé ošetření je individuální a to je při identifikaci využíváno. Pokud existuje antemortem záznam zubní výplně či endodontického ošetření, lze tento záznam porovnat s postmortem záznamem, jak znázorňuje obr. 5. Antemortem RTG snímky endodontického ošetření jsou velmi užitečný záznam. Hodnotí se pozice, tvar a velikost sanačního zásahu. Existují případy pozitivní identifikace na základě srovnání antemortem a postmortem RTG snímků sanačních zásahů (Forrest and Wu, 2010; Silva *et al.*, 2014).



Obr. 5: Antemortem (a) a postmortem (b) RTG snímek endodontického ošetření (převzato z Forrest and Wu, 2010)

Zubní kazy se ošetřují zubními výplněmi. Tyto výplně mohou být buď amalgámové, fotokompozitní, skloionomerní nebo keramické. Kompozitní, skloionomerní a keramické výplně mají barvu co nejpodobnější zubu, z toho důvodu je po nich v současnosti vysoká poptávka – jedná se o estetické výplňové materiály (Bowen and Marjenhoff, 1992; Bush, Bush and Miller, 2006; Bona and Kelly, 2008). Nicméně právě jejich barva je nevýhodou při vizuálním postmortem vyšetření – jsou obtížně detekovatelné, nebo mohou být dokonce přehlédnuty. Tomu lze předejít vytvořením postmortem RTG, nebo CT snímku (Sakuma *et al.*, 2012). Opět platí, že úspěšná identifikace je závislá na existenci a kvalitě antemortem záznamů (Soon, Bush and Bush, 2015).

Podle změn v barvě a struktuře zubů a výplní lze odhadnout, zda byly pozůstatky vystaveny extrémní teplotě (Biancalana *et al.*, 2017). Stupeň poškození zubu i výplně závisí na teplotě a čase, po který byly pozůstatky této teplotě vystaveny (Bowers and Bell, 1997; citace podle Bush, Bush and Miller, 2006).

Studie zaměřené na toto téma jsou velmi přínosné. Bylo shledáno, že zub po spálení (tedy působení vysoké teploty) mění barvu a rozpadá se na fragmenty, jeho struktura se oproti struktuře výplně mění (Bush, Bush a Miller, 2006). Ve spáleném zubu lze tedy kompozitní výplň rozeznat vizuálně, což je za normálního stavu obtížné (Soon, Bush and Bush, 2015). U amalgámových výplní se tepelné poškození projevuje až po dosažení 800 °C, u kompozitních výplní však již po dosažení 400 °C. Velmi odolné vůči žáru jsou keramické korunky, které nevykazují poškození ani při dosažení teploty 1000 °C (Pol *et al.*, 2015). K fragmentaci korunek zdravých zubů dochází po dosažení teploty 600 °C, ale kořeny zůstávají kompaktní. Na zubech s výplní se objevují praskliny dříve než na

zdravých zubech (Bagdey *et al.*, 2014). Po vystavení mrazu po dobu 30 dní a více lze u kompozitních výplní pozorovat barevnou změnu (Biancalana *et al.*, 2017).

Při nálezů kosterních pozůstatků je nutné rozhodnout, zda se jedná o forenzní případ, nebo historický nález. Analýzou chemického složení zubních výplní a porovnáním výsledků s informacemi o složení výplní během historie zubního lékařství je možné odhadnout dobu, kdy byla výplň zhotovena, a tím napomoci k určení stáří nálezů či geografické oblasti, kde byla léčba provedena (Zelic *et al.*, 2013; Shiroma, 2017).

1.3 Identifikace bezzubých jedinců

V případě, že je nalezené tělo bezzubé, je identifikace složitější a mnohem více limitovaná (Jain and Chowdhary, 2014). Pokud existuje domněnka, o jakou osobu se jedná, lze identifikaci provést podle protézy, která se obvykle najde v ústech oběti, nebo v jejím domově. Kompletní protéza může být zřetelně označena z laboratoře, kde byla vyrobena – v takových případech bývá identifikace zjednodušena (Chugh and Narwal, 2017). Pokud není protéza k dispozici, lze provést identifikaci na základě *Rugae palatinae* v anteriorní části tvrdého patra, nebo podle otisku rtů. K identifikaci lze rovněž využít paranasální dutiny *Sinus maxillaris* a *Sinus frontalis*.

1.3.1 Identifikace na základě zubní protézy

Zubní protézy jsou náhrady chybějících zubů. Lze je rozdělit na fixní a snímatelné. Mezi fixní protézy patří korunky a tzv. můstky. Snímatelné protézy jsou buď kompletní, nebo částečné. Korunka je náhrada jednotlivého zubu, která se nasazuje na zbylou část původního zubu, není to tedy protéza v pravém slova smyslu. Můstek je náhradou několika (nejčastěji tří) zubů v řadě (Leempoel *et al.*, 1985; Zitzmann, Hagmann and Weiger, 2007).

Nošení zubní protézy se ve většině případů týká osob vyššího věku (Rathee and Yadav, 2014). Označení zubní protézy identifikačními údaji o osobě vlastníci protézu je doporučeno, protože bez něj je nalezená protéza obtížně identifikovatelná (Richmond, Phil and Pretty, 2006; Bali *et al.*, 2013; Kamble *et al.*, 2013). Bohužel zatím neexistuje mezinárodní standard pro označování zubních protéz a značení není povinné (Mohan, Dhinesh Kumar and Simon, 2012). Označení může sestávat z různých údajů – lze použít iniciály, celé jméno, datum narození, rodné číslo, číslo osobního dokladu, pohlaví, adresu atd. Označení pouze iniciály však nemusí být dostačující, může dojít k záměně s jinou osobou se shodnými iniciály (Gosavi and Gosavi, 2012).

Označení zubní protézy není užitečné pouze z forenzního hlediska, ale také ho lze využít pro identifikaci žijících osob v případě ztráty paměti, v případě ztráty protézy může být navrácena majiteli nebo může sloužit jako prevence záměny v nemocnicích a domovech s pečovatelskou službou (Datta and Sood, 2011; Gosavi and Gosavi, 2012). Tyto instituce upřednostňují označení, které je možné snadno a rychle interpretovat bez potřeby speciálního vybavení (Heath, Zoitopoulos and Griffiths, 1988).

Zubní protézu je možné označit různými způsoby. Označení se dají rozdělit do dvou skupin – povrchové a inkorporované přímo do protézy. Výhodou značení na povrchu je snadné provedení, ale nevýhodou je kratší výdrž označení – je třeba ho obnovovat. Označení inkorporované do protézy má delší výdrž, ale je náročnější na provedení. Nevýhodou je také případné mechanické oslabení protézy (Bali *et al.*, 2013; Kareker, Aras and Chitre, 2014). Je důležité, aby označení nenarušovalo funkčnost protézy, nebyl ovlivněn estetický dojem a komfort pacienta (Berry *et al.*, 1995). Obvykle je tedy umístěno v posteriorní části protézy (maxilární i mandibulární), protože tloušťka materiálu je zde dostatečná pro vyrytí nebo inkorporaci označení a vlastnosti protézy nejsou negativně ovlivněny (Mohan, Dhinesh Kumar and Simon, 2012). U částečných protéz je označení obvykle umístěno na linguální/palatinální ploše protézy. Výběr způsobu označení částečné protézy je omezený z důvodu malé plochy pro jeho umístění (Kareker, Aras and Chitre, 2014).

Pro označení protézy existují kritéria, která by měla být splněna. Označení:

- Nesmí negativně ovlivnit pevnost protézy.
- Mělo by být snadno aplikovatelné a čitelné.
- Mělo by být biologicky neaktivní.
- Mělo by zůstat čitelné i po působení vysoké teploty nebo vlhkosti.
- Nesmí ovlivnit estetický dojem.
- Mělo by být stabilní v čase.

Současné způsoby značení ale nesplňují všechna tato kritéria, zejména odolnost vůči vysoké teplotě může být problematická (Gosavi and Gosavi, 2012; Stavrianos, Stavrianou a Kafas, 2008; citace podle Luthra, Arora and Meshram, 2012). Nicméně v ústní dutině je protéza (stejně jako dentice) chráněna okolními měkkými tkáněmi, takže i po ohoření těla může zůstat zachována (Jerman, 1969).

Označení na povrchu protézy může být vyryto, může mít podobu reliéfu nebo může být protéza popsána ručně. K tomuto typu označení se používají iniciály, celé jméno nebo číselné označení, např. datum narození, rodné číslo nebo číslo nějakého typu osobního dokladu (Stavrianos *et al.*, 2007).

Protézu lze také označit papírovým štítkem s psanými identifikačními údaji. Štítek je inkorporován do protézy (Lose, 1958; Ryan *et al.*, 1993; Coss and Wolfaardt, 1995).

Označení čárovým nebo QR kódem má řadu výhod, např. lze uložit velké množství dat, kód lze přečíst s pomocí chytrého telefonu, není tedy třeba žádné speciální vybavení, a načtení kódu je velmi rychlé. Kód může být čitelný i po rozlomení protézy, ale to záleží na místě, kde je kód rozlomen. Nevýhodou je, že není odolný vůči spálení (Dineshshankar *et al.*, 2015; Poovannan *et al.*, 2017). Jedná se o finančně i časově nenáročnou metodu. Při umisťování kódu je třeba zohlednit, že na zvláštěm povrchu nemusí být kód čitelný (Rajendran, Karthigeyan and Manoharan, 2012). Pro vytvoření čárového kódu je třeba software (Anehosur, Acharya and Nadiger, 2010).

Označení lentikulární destičkou také umožňuje na malý prostor uvést dostatek informací o majiteli protézy. Informace jsou viditelné podle úhlu pohledu – změnou úhlu pohledu je zviditelněn jiný obraz. Pro přečtení dat není třeba žádné vybavení. Nevýhodou je, že lentikulární destička není odolná vůči spálení (Colvenkar, 2010).

Označení štítkem z olovené fólie je také jednou z možností označení. Na olovenou fólii jsou ručně napsané údaje o pacientovi. Označení je čitelné na RTG snímku (Venkat Nag and Shenoy, 2009). Olovená fólie inkorporovaná do protézy není biologicky aktivní (El-gohary *et al.*, 2009).

Označení páskem z nerezové oceli s vyrytým označením má tu výhodu, že je odolné vůči působení vysoké teploty (až 1100°C). Tento způsob se používá zejména ve Švédsku, kde je značení protéz povinné (Kareker, Aras and Chitre, 2014). Tato metoda se ukazuje jako nejodolnější vůči dekompozičním procesům (Richmond, Phil and Pretty, 2006; Richmond and Pretty, 2009). Lze také použít titanový pásek, do kterého je označení vyraženo. Údaje jsou čitelné na RTG snímku (Ashok, Kalidasan Selvi and Chander, 2016).

Označení fotografií pacienta je užitečné zejména v oblastech s vysokou mírou negramotnosti. Na fotografii pacienta mohou být přidány další informace, např. jméno nebo datum narození. Fotografie na protéze může být také snadno porovnána s jinými antemortem fotografiemi, případně může být identifikována pozůstalými. Nevýhodou je, že není odolná vůči spálení (Anehosur, Acharya and Nadiger, 2010).

Označení paměťovou kartou umožňuje uložení velkého množství dat a k jejich přečtení stačí pouze počítač. Přítomnost paměťové karty v protéze pacientům nezpůsobuje žádné problémy. Pokud je protéza mechanicky poškozena, může dojít i k poškození paměťové karty. Nevýhodou je, že není odolná vůči vysoké teplotě a pokud je třeba informace o pacientovi změnit, je nutné vyjmout paměťovou kartu z protézy a poté ji znovu umístit (Kamble *et al.*, 2012; Luthra, Arora and Meshram, 2012).

Kamble *et al.* (2012) navrhuji kombinaci fotografie a paměťové karty. Pomocí fotografie lze majitele protézy identifikovat v každodenním životě, např. v nemocnici, domově s pečovatelskou službou nebo při ztrátě protézy. Na paměťové kartě jsou uložena data o pacientovi, která slouží k identifikaci pro forenzní účely. Může být uloženo velké množství informací, např. jméno, datum narození, rodné číslo, adresa, telefonní číslo, kontakty na příbuzné a blízké osoby, zdravotní dokumentace a další informace, které mohou být identifikaci nápomocné.

Do protézy lze inkorporovat RFID (Radio Frequency Identification) mikročip, na kterém jsou informace uloženy ve formě rádiového signálu čitelného pro k tomu určený přijímač. Přijímač převede rádiový signál na digitální a za pomoci počítačového softwaru je možné tento signál přečíst. Mikročipy jsou buď pouze pro čtení, nebo na nich lze informace i upravit. Výhodou radiofrekvenčních čipů je malá velikost, takže neovlivňují vlastnosti ani vzhled protézy (Nuzzolese, Marcario and Di Vella, 2010).

K označení částečných protéz Dimashkieh and Al-Shammery (1993) navrhuje označení jménem, příjmením, rokem narození a pohlavím. Označení je v mateřském jazyce, což slouží k určení národnosti majitele protézy. Pokud se na protézu nevejde celé jméno, lze ji označit alespoň iniciály.

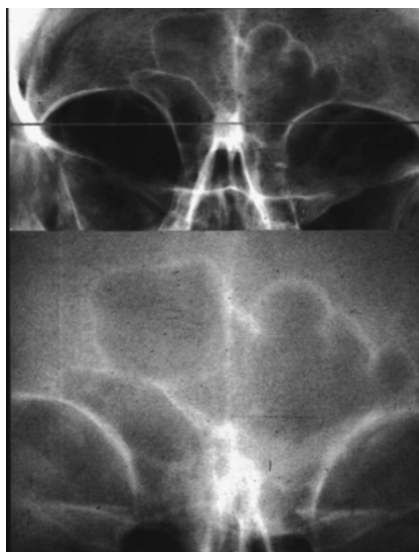
Všechny uvedené metody mají své výhody i nevýhody. Označení je navrhováno tak, aby bylo co nejmenší a zároveň obsahovalo dostatek informací pro úspěšnou identifikaci majitele protézy. Nevýhodou některých metod označení (např. kovový pásek, lentikulární destička) je nemožnost změny údajů. Je tedy třeba pro označení vybrat takové informace, které se nezmění (např. datum narození, rodné číslo, jméno). Naopak u RFID mikročipu nebo čárového kódu lze změnit údaje o pacientovi, aniž by bylo třeba vyrobit celé nové označení (Datta and Sood, 2011). Mezi autory není shoda ve výběru metody označení. Metoda, kterou jedni považují za vhodnou, druzí považují naopak za nevhodnou.

Metody značení na povrchu protézy jsou snadněji proveditelné, ale také se rychle opotřebují a značení přestává být čitelné, je tedy třeba ho obnovovat. Označení inkorporované do protézy je sice stabilnější, ale může být náročnější na provedení a může snížit mechanickou odolnost protézy. I přes širokou škálu možností označení zubních protéz jich většina zůstává neoznačena. Hlavními důvody jsou nízké povědomí o této možnosti, absence standardního postupu a přesvědčení, že označení protézy není významné (Datta and Sood, 2011).

Kromě zubní protézy je chybějící zuby možné nahradit implantáty. Implantát je tvořen kovovou částí, která je ukotvena přímo v čelisti, a na něm nasazenou korunkou (Pye *et al.*, 2009).

1.3.2 Identifikace na základě analýzy *Sinus frontalis* a *Sinus maxillaris*

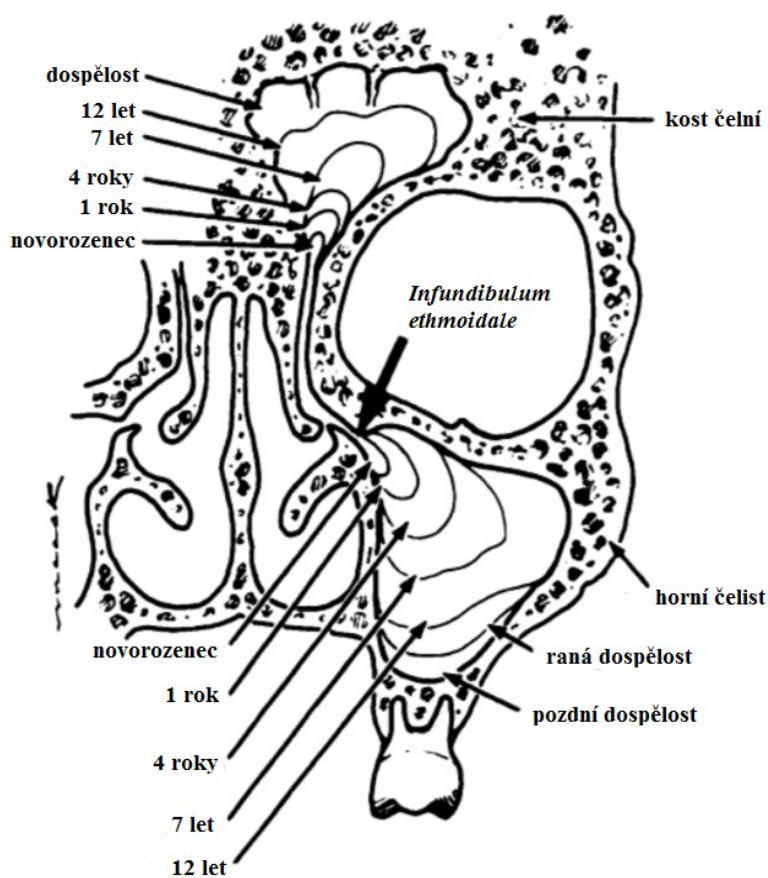
Identifikace na základě konfigurace *Sinus frontalis* (viz obr. 6) je v literatuře uváděna jako spolehlivá metoda, musí ovšem existovat antemortem záznam těchto paranasálních dutin (rovněž v případě *Sinus maxillaris*) (Ruder *et al.*, 2012; Xavier, Dias Terada and da Silva, 2015).



Obr. 6: Antemortem (nahore) a postmortem (dole) RTG snímek *Sinus frontalis* v případě pozitivní identifikace (převzato z Wood, 2006)

Paranasální dutiny se liší ve velikosti i tvaru jedinec od jedince, u žádných dvou osob není jejich konfigurace totožná (Schüller, 1921; citace podle Yoshino *et al.*, 1987; Karaskas and Kavakli, 2005). *Sinus frontalis* se dokonce odlišuje i mezi jednovaječnými dvojčaty (Mathur *et al.*, 2013; citace podle Xavier, Dias Terada and da Silva, 2015). Vysoká interindividuální variabilita v konfiguraci paranasálních dutin je daná jejich vývojem, vznikají vchlípením nosní sliznice do kosti. Levá a pravá strana *Sinus frontalis* se vyvíjí nezávisle na sobě, proto je asymetrie běžná, může být dokonce velmi výrazná (Kawarai *et al.*, 1999; Amusa *et al.*, 2011). Začíná se vyvíjet až postnatálně, jako poslední paranasální dutina, ve druhém až třetím roce života, nicméně nelze radiologicky detekovat před šestým rokem života. Po ukončení vývoje se jeho konfigurace již nemění (Yoshino *et al.*, 1987; Scuderi, Harnsberger and Boyer, 1993; Bensimon and Eloit, 1992; citace podle Carvalho *et al.*, 2009).

Sinus maxillaris je největší z paranasálních dutin a jeho vývoj začíná jako první (Scuderi, Harnsberger and Boyer, 1993; Rani *et al.*, 2017). Zakládá se již prenatálně jako výchlíпка *Infundibulum ethmoidale*. Během prenatálního i postnatálního vývoje se nadále zvětšuje až do dospělosti, kdy dosahuje své maximální velikosti a konečné konfigurace. Plně vyvinutý *Sinus maxillaris* má pyramidovitý tvar (Van Alyea, 1936; Dolan and Smoker, 1983). Vývoj *Sinus maxillaris* a *Sinus frontalis* znázorňuje obr. 7.



Obr. 7: Vývoj *Sinus frontalis* a *Sinus maxillaris* (upraveno podle Scuderi, Harnsberger and Boyer, 1992)

Mezi autory není shoda, kdy se růst *Sinus maxillaris* ukončuje. Lorkiewicz-Muszynska *et al.* (2015) uvádějí, že maximální velikosti *Sinus maxillaris* dosahuje do 16 let věku, ale Masri, Yusof and Hassan (2013) uvádějí, že jeho růst se ukončuje až v době okolo 30 let věku. Další autoři uvádějí zvětšování objemu *Sinus maxillaris* přibližně do 20 let věku (Ariji *et al.*, 1994; Jasim and Al-Taei, 2013).

Paranasální dutiny mohou být zobrazeny i na snímcích dentice (např. na ortopantomogramu), ale nemusí být zobrazeny celé, případně mohou být na snímku zdeformované (Viner and Robson, 2017).

Existuje řada studií, které se zabývají určením pohlaví na základě velikosti *Sinus maxillaris*. Studie se převážně shodují, že velikost *Sinus maxillaris* vykazuje pohlavní dimorfismus a to tak, že muži mají větší *Sinus maxillaris* než ženy (Teke *et al.*, 2007; Jasim and Al-Taei, 2013; Masri, Yusof and Hassan, 2013; Vidya *et al.*, 2013; Sidhu *et al.*, 2014). Nicméně úspěšnost odhadu pohlaví na základě velikosti *Sinus maxillaris* není tak vysoká, aby mohla být tato metoda považována za spolehlivou. Proto je její použití doporučeno jako doplňující nebo v případech, kdy nelze pohlaví odhadnout jinak (Kiruba *et al.*, 2014; Paknahad, Shahidi and Zarei, 2017). Podle Rani *et al.*, (2017) vykazuje největší pohlavní dimorfismus celkový objem levého *Sinus maxillaris*, nicméně Prabhat *et al.* (2016) uvádějí spolehlivější odhad pohlaví naopak podle pravého *Sinus maxillaris*. Studie Ariji *et al.* (1994) pohlavní dimorfismus ve velikosti *Sinus maxillaris* popírá.

Velikost *Sinus maxillaris* se může lišit i mezi pravou a levou polovinou jedné horní čelisti (Rani *et al.*, 2017), nicméně existují studie, které tento rozdíl nepotvrzují (Ariji *et al.*, 1994; Kawarai *et al.*, 1999; Lorkiewicz-Muszynska *et al.*, 2015).

Byl rovněž zkoumán rozdíl ve velikosti *Sinus maxillaris* u bezzubých jedinců a jedinců s normální denticí. Jasim and Al-Taei (2013) neshledali rozdíl v celkové velikosti *Sinus maxillaris* mezi těmito skupinami, ale shledali rozdíl v jeho výšce – je vyšší u bezzubých jedinců. Autoři rovněž shledali, že s věkem se velikost *Sinus maxillaris* snižuje.

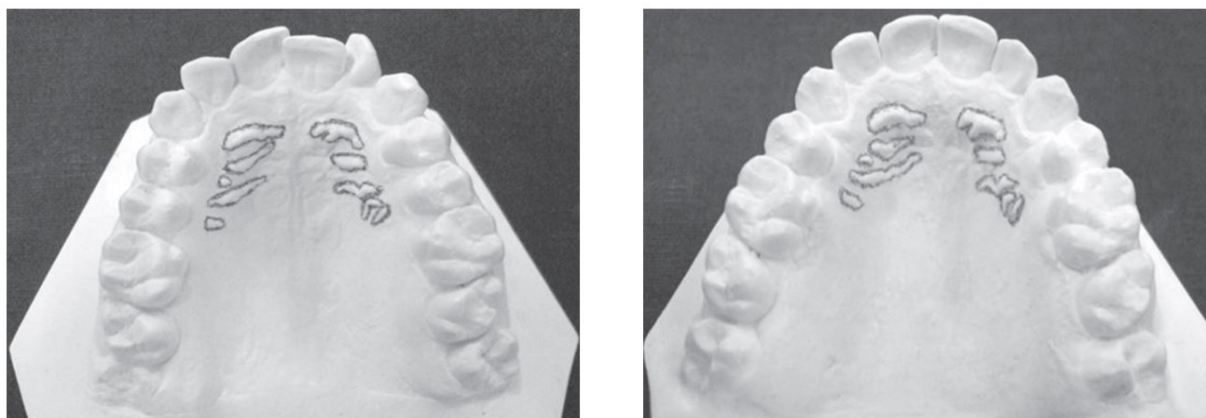
1.3.3 Identifikace na základě analýzy *Rugae palatinae*

Rugae palatinae jsou transversálně probíhající hřebeny v anteriorní části patra. Jejich konfigurace je pro každého člověka unikátní, proto jsou vhodné k identifikaci. Pozice těchto útvarů se během života nemění (Bansode and Kulkarni, 2010; Jain and Chowdhary, 2014). Na každé straně patra (pravé i levé) jsou průměrně 4 *Rugae palatinae*. V jejich tvaru a počtu není bilaterální symetrie (Simmons, Moore and Erickson, 1987). *Rugae palatinae* se dělí na primární (delší než 5 mm), sekundární (3 až 5 mm) a fragmentární (2 až 3 mm). *Rugae palatinae* kratší než 2 mm se neuvažují (Babu and Mohan, 2014). Anteriorní *Rugae palatinae* bývají obvykle výraznější než posteriorní (van der Linden, 1978).

Postmortem nález může být možné porovnat s antemortem daty, např. s odliškem horní čelisti, intraorálními fotografiemi nebo maxilární protézou (Caldas, Magalhães and Afonso, 2007; Krishnappa *et al.*, 2013). Na maxilární protéze bývají *Rugae palatinae* patrné. Tuto protézu lze porovnat s *Rugae palatinae* na patře zemřelého a takto stanovit, zda protéza patří dané osobě (Chugh and Narwal, 2017).

Pokud antemortem záznam *Rugae palatinae* existuje, může být tato metoda využita jako doplňková i k identifikaci osob s chrupem (Wazir *et al.*, 2015). Platí, že čím jsou *Rugae palatinae* výraznější, tím je identifikace snazší. Úspěšnost identifikace je opět ovlivněna kvalitou antemortem dat (Ohtani *et al.*, 2007).

V průběhu života může dojít k drobným změnám konfigurace *Rugae palatinae*, tyto změny však nejsou natolik výrazné, aby znemožnily identifikaci. Tyto změny nastávají např. po ztrátě zubů a atrofii alveolů (Ohtani *et al.*, 2007) nebo po ortodontické léčbě (Bansode and Kulkarni, 2010). Změny v konfiguraci *Rugae palatinae* znázorňuje obr. 8. *Rugae palatinae* se může rozdělit na dvě i více, dvě i více *Rugae palatinae* mohou splynout do jedné, může dojít ke změně délky nebo změně polohy laterálních i mediálních konců *Rugae palatinae* (Mustafa, Allouh and Alshehab, 2015). Podle výsledků Shukla *et al.* (2011) byly ortodontickou léčbou ovlivněny pouze laterální konce prvních *Rugae palatinae*, druhé a třetí ovlivněny nebyly. Posteriorní *Rugae palatinae* jsou na ortodontickou léčbu nejméně citlivé.



Obr. 8: Konfigurace *Rugae palatinae* před ortodontickou léčbou (vlevo) a po ortodontické léčbě (vpravo) (převzato z Ap, Gupta and David, 2011)

Rugae palatinae mohou být zničeny ohněm a dekompozičními procesy, pak už není identifikace podle nich možná (Chugh and Narwal, 2017). Nicméně obvykle jsou i po ohoření těla hodnotitelné, protože jsou před ohněm chráněny okolními tkáněmi – jazykem, zuby, rty, tvářemi. U zemřelých osob odolávají dekompozičním procesům až 7 dní od smrti (Muthusubramanian, Limson and Julian, 2005; Bansode and Kulkarni, 2010).

Byly provedeny studie zabývající se odhadem pohlaví podle *Rugae palatinae* (Sharma, Saxena and Rathod, 2010; Andrade *et al.*, 2018), nicméně je v této oblasti třeba bližší výzkum. Např. Sharma, Saxena and Rathod (2010) uvádí, že celkový počet *Rugae palatinae* je u žen vyšší než u mužů. Ale Simmons, Moore and Erickson (1987) uvádějí naopak mírně vyšší počet *Rugae palatinae* u mužů než u žen.

2 ANALÝZA STOP PO KOUSNUTÍ

Stopa po kousnutí je poranění lidské kůže způsobené tlakem zubů na tkáň, případně se může jednat o stopu zanechanou na neživém objektu, např. v kousku sýra, tabulce čokolády, jablku, ale i na tužce atd. (Silva *et al.*, 2006). Pokousání může být způsobeno jak člověkem, tak zvířetem, a nikdy není považováno za vzniklé náhodně (Pretty, 2008).

Stopa po kousnutí bývá zpravidla zanechána frontálními zuby (Furness, 1981). Obecně je tvar stopy po kousnutí kruhový nebo oválný (Vale, 1996; citace podle Silva *et al.*, 2006). Sestává ze dvou oblouků, přičemž každý odpovídá zubům z jedné čelisti. Přítomen ale může být pouze jeden oblouk, častěji dolní (při skusu je dolní čelist aktivní; horní čelist fixuje kousaný materiál) (Pretty, 2008). Kvalita stopy po kousnutí se s časem snižuje – čím více času od kousnutí uplynulo, tím méně může být stopa zřetelná, proto by měla být zdokumentována co nejdříve (Rothwell, 1995; Sweet and Pretty, 2001).

Pokud je nalezena stopa, která by mohla být stopou po kousnutí, je třeba ji analyzovat. Je nutné určit, zda se skutečně jedná o stopu po kousnutí. Existují 4 možné výsledky tohoto určení, a to:

- Vyloučení – zranění není stopou po kousnutí
- Možná stopa po kousnutí – zranění mohlo, ale nemuselo být způsobeno kousnutím
- Pravděpodobná stopa po kousnutí – zranění pravděpodobně bylo způsobeno kousnutím, nicméně mohlo být způsobeno i jinak
- Jednoznačná stopa po kousnutí – zranění je stopou po kousnutí (Pretty, 2008)

Pokud se jedná o stopu po kousnutí, je třeba určit, zda byla způsobena člověkem. Lidské řezáky zanechávají obdélníkovou stopu, špičáky trojúhelníkovou. Zvířecí (psí, kočičí) zuby zanechávají stopu spíše kruhovou. U kousnutí způsobených zvířaty může být vzdálenost mezi jednotlivými zuby větší než u kousnutí způsobených člověkem. Ve středu stopy po kousnutí způsobené člověkem může být modřina způsobená sáním, nicméně tato modřina může být způsobena i jinak, např. tlakem čelistí, není to tedy jasný indikátor kousnutí člověkem (Bhargava *et al.*, 2012).

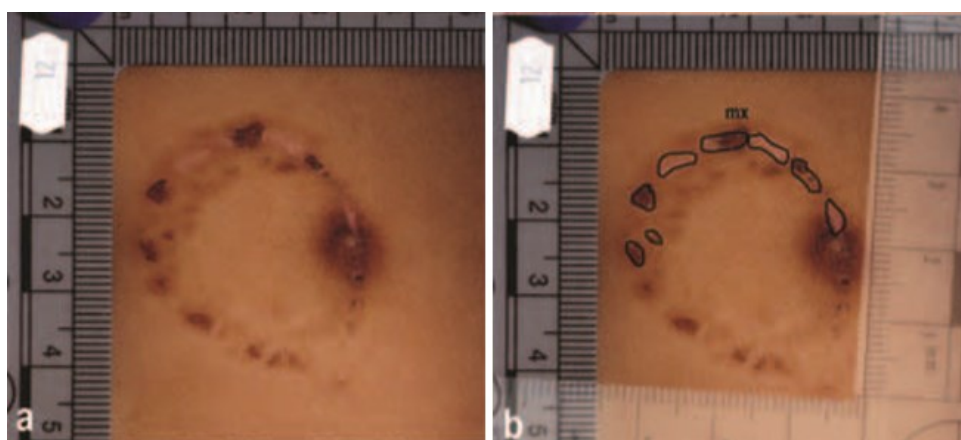
Stejně jako u analýzy lidské dentice je i u analýzy stop po kousnutí snaha o zavedení standardizovaného postupu, aby bylo předcházeno možným chybám, které mohou mít v kriminálních případech závažné následky. Stopy jsou analyzovány jak u živých, tak u zemřelých obětí (Bhargava *et al.*, 2012). Důkazní materiál je zajišťován jak od oběti, tak od podezřelých. V některých případech je nutné zahrnout samotnou oběť mezi podezřelé. Stopa po kousnutí je nejprve vyfotografována, je tak vytvořen její permanentní záznam. Fotografie se zhotoví s měřítkem a bez měřítka, barevně a černobíle, s bleskem a bez blesku. Vyfotografováno je i celé tělo oběti, aby byla zřetelná anatomická lokalizace kousnutí. Může být pořízena taktéž ultrafialová fotografie, na které může být patrné to, co není okem viditelné. Pokud je kousnutí na pohyblivé části těla (např. paži), fotografuje se v různých pozicích, aby bylo patrné, jak se mění tvar stopy po kousnutí v závislosti na různém natažení kůže.

Fotografie jsou pořizovány pokud možno tak, aby byla dlouhá osa objektivu kolmá na stopu po kousnutí, jinak by mohlo dojít ke zkreslení jejího tvaru. Stopy po kousnutí je doporučeno fotografovat vícekrát v intervalu 24 hodin, protože je možné, že se změní zřetelnost stopy. Dále se provádí stěr slin z oblasti kousnutí k analýze DNA. Pokud kousnutí proniklo skrz kůži a je přítomen výrazný trojrozměrný detail, může se vytvořit jeho otisk. Dále je vytvořen otisk zubů oběti, aby mohlo být vyloučeno pokousání sebe sama (Pretty, 2008; Bhargava *et al.*, 2012).

Následuje vyšetřování podezřelých. Jsou vyžádány a analyzovány jejich zubní záznamy (Masthan, 2009; citace podle Bhargava *et al.*, 2012). Je pořizena série fotografií podezřelého. Fotografuje se celý obličej, skus, otevřená ústa a laterální pohled (Pretty, 2008). Následuje vyšetření, které zkoumá tvář a skus podezřelého (svalovou sílu, maximální otevření úst, pohyb otvírání a zavírání úst, stav dentice) (Masthan, 2009; citace podle Bhargava *et al.*, 2012). Jsou vytvořeny otisky obou zubních oblouků. Pokud podezřelý používá zubní protézu, otisky se vytvářejí s protézou i bez ní (Pretty, 2008). Kvalita a úhel fotografií i otisků jsou pro úspěšnou analýzu velmi důležité (van der Velden, Spiessens and Willems, 2006). Na obr. 10 je možné vidět komparaci odlitku dentice se stopou po kousnutí na těle oběti. Obr. 11 znázorňuje komparaci digitálně vytvořeného obrysu zubů podezřelého s fotografií stopy po kousnutí.



Obr. 10: Komparace odlitku dentice podezřelého se stopou po kousnutí na těle oběti (převzato z Bhargava *et al.*, 2012)



Obr. 11: (a) fotografie stopy po kousnutí, (b) digitálně vytvořený obrys dentice podezřelého porovnaný s fotografií stopy po kousnutí v případě pozitivní identifikace (upraveno podle Pretty, 2008)

Po komparaci důkazů od oběti a podezřelého existují 4 možné závěry:

- Vyloučení – mezi důkazním materiálem od oběti a podezřelého existují rozdíly
- Neprůkazné důkazy – důkazy nejsou dostačující pro vytvoření závěru
- Možná shoda – dentice podezřelého mohla vytvořit danou stopu po kousnutí, ale tuto stopu mohla způsobit i jiná dentice
- Pravděpodobná shoda – podezřelý pravděpodobně způsobil dané kousnutí
- Přiměřená lékařská jistota – podezřelý je identifikován jako pachatel daného kousnutí (Pretty, 2008)

Ze slin odebraných ze stopy po kousnutí je možné získat DNA pachatele. Také je možné získat DNA bakterií, které jsou ve slinách obsaženy, a porovnat ji s DNA bakterií v ústech podezřelých. Zastoupení bakterií v ústech je pro každého člověka unikátní (Borgula *et al.*, 2003; citace podle Bhargava *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2006). Enzymy nukleázy obsažené ve slinách ale mohou zanechanou DNA degradovat (Pretty, 2008). Stěr slin je doporučeno provést ve dvou fázích. V první fázi je oblast stopy po kousnutí otřena vatovou tyčinkou namočenou ve sterilní destilované vodě, což napomůže rehydrataci buněk zanechaných ve slinách. Ve druhé fázi je stejná oblast otřena suchou vatovou tyčinkou. Poté se obě tyčinky nechají minimálně 30 minut zaschnout (Sweet *et al.*, 1997).

Analýza DNA probíhá technikou polymerázové řetězové reakce (PCR), kdy jsou vytvořeny miliony kopií určité vybrané sekvence. Pomocí této sekvence lze odlišit jednoho člověka od ostatních, protože jsou vybírány takové sekvence, které mají v populaci vysokou variabilitu (Silva *et al.*, 2006).

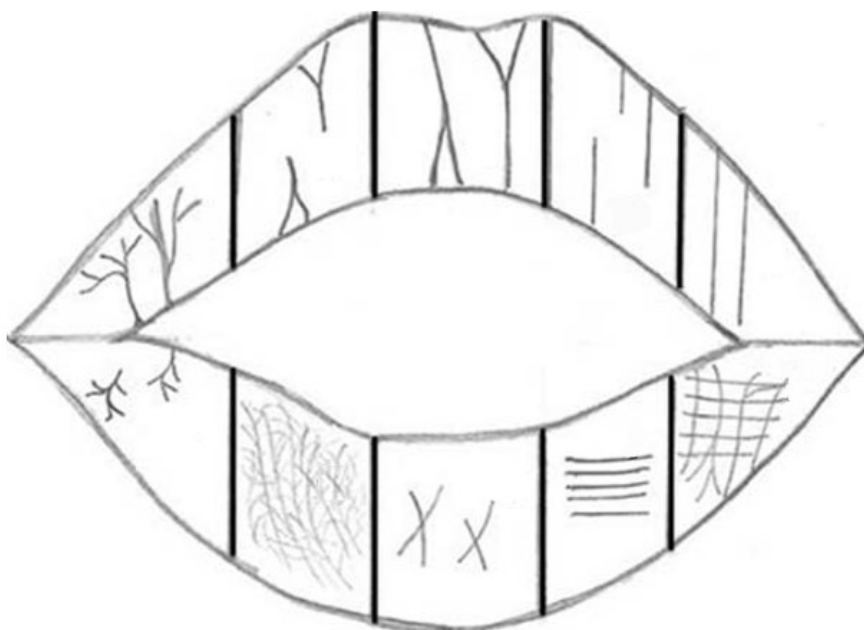
Případy, ve kterých se objevují stopy po kousnutí, zahrnují převážně zneužívání, sexuální napadení a vraždy (Pretty, 2008). Kousnutí může být útokem (stopa se nachází na oběti), nebo obranou (stopa se nachází na pachateli). Zpravidla bývají stopy po kousnutí nalezeny na kůži oběti (Furness, 1981; Sweet and Pretty, 2001). Ženy bývají nejčastěji pokousány na hrudi, pažích a nohách, děti na genitáliích, nohách a zádech, muži na rukách, zádech a obličeji (Pretty and Sweet, 2000; citace podle Pretty, 2008).

Analýza stopy po kousnutí by neměla být jediným důkazem viny, ale může být spolehlivě použita k vyloučení podezřelého (van der Velden, Spiessens and Willems, 2006). Někteří experti jsou dokonce toho názoru, že stopy po kousnutí je lepší používat pouze k vyloučení, nikoli k pozitivní identifikaci (Pretty, 2008). Stejně jako je pro každého jedinečná dentice, bývají jedinečné i stopy po kousnutí touto denticí zanechané (Sweet and Pretty, 2001).

V případě analýzy stop po kousnutí na neživém objektu se vytvoří odlitek kousnutí, odlitek dentice podezřelého a zkoumá se, zda do sebe odlitky zapadají, shodují se a je tedy možno určit, že daný podezřelý zanechal danou stopu (Pretty, 2008).

3 ANALÝZA OTISKŮ RTŮ

Otisky rtů jsou pro každého jedinečné a během života se nemění (Sivapathasundharam, Prakash and Sivakumar, 2001; citace podle Augustine, Barpande and Tupkari, 2008). Na rtech se nachází početné rýhy, které tvoří charakteristický vzor (Reddy, 2011; Chugh and Narwal, 2017). Tento vzor není pro žádné dvě osoby identický, ačkoliv se u dvou různých osob může objevit stejný vzor ve stejné části rtu (Domiaty *et al.*, 2010). Na horním rtu je častěji vzor rýh složitější než na dolním (Hirth, Göttische and Goedde, 1977). Obr. č. 9 znázorňuje různé typy vzoru rýh na rtech.



Obr. 9: Různé vzory rýh na rtech (upraveno podle Domiaty *et al.*, 2010)

Otisk rtů se liší i u osob z jedné rodiny, nicméně otisky rtů příbuzných osob vykazují jistou podobnost. Ani u jednovaječných dvojčat nejsou otisky rtů naprosto identické (Domiaty *et al.*, 2010). Otisk rtů potomka je podobný otisku rtů jednoho nebo obou rodičů (Hirth, Göttische and Goedde, 1977). Podobnost otisků rtů v rámci rodiny je nejvyšší mezi otci a syny, nejnižší mezi matkami a dcerami. Synové dědí vzor rýh na rtech po rodičích častěji než dcery (Augustine, Barpande and Tupkari, 2008).

Identifikace na základě analýzy otisků rtů nemá přílišné využití v identifikaci neznámého zemřelého, protože zpravidla neexistuje antemortem záznam a měkká tkáň rtů podléhá posmrtným změnám. Tento postup se používá zejména v případech, kdy je třeba přiřadit otisk k osobě, která ho zanechala (Gondivkar *et al.*, 2010; Reddy, 2011). Přítomnost různých otisků rtů na místě činu napoví, kolik osob se zde pohybovalo. Otisky rtů mohou být odebrány z oblečení, nádobí, cigaret, oken i dveří. Na zanechaných otiscích je nejčastěji znatelná střední část dolního rtu. Při prohledávání místa

činu je důležité pamatovat, že ne všechny otisky rtů jsou na první pohled viditelné (Caldas, Magalhães and Afonso, 2007).

Protože jsou otisky rtů ovlivněny posmrtnými změnami, otisky k analýze by měly být získány do 24 hodin od úmrtí. Před snímáním otisku by ústa měla být čistá a suchá (Utsuno *et al.*, 2005; Caldas, Magalhães and Afonso, 2007). Otisky se liší podle toho, zda jsou ústa otevřená, nebo zavřená. Při zavřených ústech jsou rýhy dobře patrné, při otevřených ústech se rýhy protáhnou a jsou patrné hůře (Utsuno *et al.*, 2005). Také odlišný způsob snímání otisku (např. silný tlak na rty) může způsobit, že se otisky zdají být od dvou různých osob, ačkoli pochází od stejné osoby (Domiaty *et al.*, 2010).

Analýza vzoru rýh v oblasti červeně rtů může napomoci také k odhadu pohlaví osoby, která otisk zanechala. U žen bývá ve všech kvadrantech rtů často stejný typ vzoru rýh, u mužů se typ vzoru mezi kvadranty častěji liší (Vahanwala and Parekh, 2000; citace podle Augustine, Barpande and Tupkari, 2008). Určité typy vzorů se objevují častěji u žen, jiné častěji u mužů (Sharma, Saxena and Rathod, 2009). Naproti tomu Hirth, Götsche and Goedde (1977) tvrdí, že ve vzoru rýh na rtech není intersexuální rozdíl.

ZÁVĚR

Tématem bakalářské práce je forenzní odontologie jako spolehlivý způsob identifikace tělesných pozůstatků neznámého jedince. Je zaměřena především na identifikační metody na základě RTG či CT snímků chrupu, ale také na identifikace založené na sanačních zásazích stomatologa. Daná problematika je doplněna kapitolami pojednávajícími o identifikaci bezzubých jedinců, kde hraje důležitou roli protetika, ale i některé doplňující identifikační postupy, které vychází z konfigurace *Sinus frontalis*, *Sinus maxillaris*, popř. *Rugae palatinae*. Další kapitola je věnována identifikacím obětí či pachatele na základě stop po kousnutí.

Forenzní odontologie bývá hojně využívána při identifikaci obětí hromadných neštěstí. Při takových událostech bývá potřeba identifikovat velký počet neznámých osob, jejichž pozůstatky často bývají spálené, disartikulované či delší dobu ve vodě. Vzhledem k takovým okolnostem nelze tyto pozůstatky identifikovat vizuálně či podle otisků prstů, nicméně dentice je před vlivem těchto extrémních podmínek chráněna okolními měkkými tkáněmi a kostmi čelistí. Vzhledem ke složení tvrdých zubních tkání a lokalizaci dentice lze říci, že se dentice velmi dobře zachovává i v extrémních podmínkách, a s přihlédnutím k unikátnosti dentice pro každého člověka ji lze použít jako adekvátní důkaz k prokázání identity.

Základním postupem při identifikaci je komparace antemortem a postmortem dat. Nejčastěji se jedná o RTG snímky, nicméně lze využít i CT snímky. Rozhodující je kvalita antemortem dat. Nekvalitní či chybějící antemortem data mohou identifikační proces výrazně zkomplikovat či dokonce znemožnit pozitivní identifikaci. Je tedy důležité, aby zubní lékaři pečlivě shromažďovali a archivovali záznamy svých pacientů.

Lidé jsou během života vystaveni různým onemocněním chrupu, jako jsou např. zubní kazy či záněty. Tyto zdravotní problémy jsou řešeny sanačními zásahy, tedy zubními výplněmi či endodontickým ošetřením. Tyto léčebné zásahy činí dentici unikátní, pravděpodobně neexistují dvě osoby s identickými sanačními zásahy. Čím více zásahů je v dentici přítomno, tím více je jedinečná. Identifikace osoby se sanačními zásahy v dentici je tedy snazší.

Při nálezů bezzubých pozůstatků je identifikace obtížnější. Lze se pokusit osobu identifikovat podle zubní protézy. Pro snazší identifikaci existuje široká škála způsobů značení zubních protéz, nicméně většina vyrobených protéz zůstává neoznačena z důvodu absence standardu v jejich označování, nízkého povědomí o možnosti protézu označit, případně z důvodu přesvědčení, že označení zubní protézy není významné. Pro identifikaci bezzubých pozůstatků lze také využít konfiguraci *Sinus frontalis* či *Sinus maxillaris*, jsou to taktéž individuální znaky. Případně lze analyzovat konfiguraci *Rugae palatinae*. Pro identifikaci žijících osob lze využít otisk rtů. Tento přístup se využívá, pokud je potřeba zjistit, která osoba otisk zanechala např. na místě činu.

Forenzní odontologie se také zabývá analýzou stop po kousnutí, je-li třeba zjistit, kdo stopu po kousnutí zanechal. K pokousání často dochází při zneužívání, sexuálním napadení i v sebeobraně.

Stopa po kousnutí tedy může být zanechána jak na těle oběti, tak na těle pachatele. Pokousání může být způsobeno také zvířetem. Stopy po kousnutí se mohou nacházet taktéž na neživých objektech na místě činu.

Forenzní odontologie je disciplína, která napomáhá objasnit identitu zemřelých, případně dopadnout pachatele trestných činů, což jsou záležitosti důležité jak z právního, tak z etického hlediska. Forenzní odontologie má tedy v kriminalistice nezanedbatelnou roli.

SEZNAM LITERATURY

American Board of Forensic Odontology (1994) 'Body identification guidelines. American Board of Forensic Odontology, Inc.', *Journal of the American Dental Association*, 125(9), pp. 1244–6, 1248, 1250 passim.

Van Alyea, O. E. (1936) 'The Ostium Maxillare: Anatomic study of its surgical accessibility', *Archives of Otolaryngology*, 24(5), pp. 553–569.

Amusa, Y. B., Eziyi, J. A. E., Akinlade, O., Famurewa, O. C., Adewole, S. A., Nwoha, P. U. and Ameye, S. A. (2011) 'Volumetric measurements and anatomical variants of paranasal sinuses of Africans (Nigerians) using dry crania', *International Journal of Medicine and Medical Sciences*, 3(10), pp. 299–303.

Andrade, R. N. M., de Andrade Vieira, W., de Macedo Bernardino, I., Franco, A. and Paranhos, L. R. (2018) 'Reliability of palatal rugoscopy for sexual dimorphism in forensic dentistry: A systematic literature review and meta-analysis', *Archives of Oral Biology*, 97, pp. 25–34.

Anehosur, G. V., Acharya, A. B. and Nadiger, R. K. (2010) 'Usefulness of patient photograph as a marker for identifying denture-wearers in India', *Gerodontology*, 27(4), pp. 272–277.

Ariji, Y., Kuroki, T., Moriguchi, S., Ariji, E. and Kanda, S. (1994) 'Age changes in the volume of the human maxillary sinus: a study using computed tomography', *Dentomaxillofacial Radiology*, 23(3), pp. 163–168.

Ashok, V., Kalidasan Selvi, B. and Chander, N. G. (2016) 'Denture marker with titanium number plates', *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 5, pp. 47–49.

Augustine, J., Barpande, S. R. and Tupkari, J. V. (2008) 'Cheiloscopy as an adjunct to forensic indentation: A study of 600 individuals', *Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 26(2), pp. 44–52.

Avon, S. L. (2004) 'Forensic odontology: The roles and responsibilities of the dentist', *Journal of the Canadian Dental Association*, 70(7), pp. 453–458.

Babu, J. K. and Mohan, T. K. (2014) 'Role of dentists in manmade disasters - A review', *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 8(1), pp. 6–11.

- Bagdey, S. P., Moharil, R. B., Dive, A. M., Thakur, S., Bodhade, A. and Dhobley, A. A. (2014) 'Effect of various temperatures on restored and unrestored teeth: A forensic study', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 6(1), pp. 62-66.
- Balachander, N., Babu, N. A., Jimson, S., Priyadharsini, C. and Masthan, K. M. K. (2015) 'Evolution of forensic odontology: An overview', *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 7(5), pp. 176-180.
- Bali, S. K., Naqash, T. A., Abdullah, S., Mir, S., Nazir, S. and Yaqoob, A. (2013) 'Denture identification methods: A review', *International Journal of Health Sciences and Research*, 3(4), pp. 100–104.
- Balla, S. B. and Forgie, A. (2017) 'Identification by comparison of caries free bitewing radiographs: Impact of observer qualifications and their clinical experience', *Forensic Science and Criminology*, 2(1), pp. 1–5.
- Bansode, S. and Kulkarni, M. (2010) 'Importance of palatal rugae in individual identification', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 1(2), pp. 77-81.
- Berry, F. A., Logan, G. I., Plata, R. and Riegel, R. (1995) 'A postfabrication technique for identification of prosthetic devices', *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 73(4), pp. 341–343.
- Bhargava, K., Bhargava, D., Rastogi, P., Paul, M., Paul, R., Jagadeesh, H. G. and Singla, A. (2012) 'An overview of bite mark analysis', *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 34(1), pp. 61–66.
- Biancalana, R. C., Vincenti, S. A. F., da Silva, R. H. A. and Pires-de-Souza, F. C. P. (2017) 'Color stability of dental restorative materials submitted to cold temperatures for forensic purposes', *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 51, pp. 63–68.
- Bona, A. Della and Kelly, J. R. (2008) 'The clinical success of all-ceramic restorations', *The Journal of the American Dental Association*, 139(4), pp. S8–S13.
- Bowen, R. L. and Marjenhoff, W. A. (1992) 'Dental composites/glass ionomers: the materials', *Advances in Dental Research*, 6(1), pp. 44–49.

Bush, M. A., Bush, P. J. and Miller, R. G. (2006) 'Detection and classification of composite resins in incinerated teeth for forensic purposes', *Journal of Forensic Sciences*, 51(3), pp. 636–642.

Caldas, I. M., Magalhães, T. and Afonso, A. (2007) 'Establishing identity using cheiloscopy and palatoscopy', *Forensic Science International*, 165(1), pp. 1–9.

Caplova, Z., Obertova, Z., Gibelli, D. M., De Angelis, D., Mazzarelli, D., Sforza, C. and Cattaneo, C. (2018) 'Personal identification of deceased persons: An overview of the current methods based on physical appearance', *Journal of Forensic Sciences*, 63(3), pp. 662–671.

Carvalho, S. P. M., da Silva, R. H. A., Lopes-Junior, C. and Peres, A. S. (2009) 'Use of images for human identification in forensic dentistry', *Rodiologia Brasileira*, 42(2), pp. 125–130.

Christensen, A. M., Hatch, G. M. and Brogdon, B. G. (2014) 'A current perspective on forensic radiology', *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 2(3), pp. 111–113.

Chugh, A. and Narwal, A. (2017) 'Oral mark in the application of an individual identification: From ashes to truth', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 9(2), pp. 51-55.

Colvenkar, S. S. (2010) 'Lenticular card: A new method for denture identification', *Indian Journal of Dental Research*, 21(1), pp. 112-114.

Coss, P. and Wolfaardt, J. F. (1995) 'Denture identification system', *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 74(5), pp. 551–552.

Datta, P. and Sood, S. (2011) 'The various methods and benefits of denture labeling', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 2(2), pp. 53-58.

Dimashkieh, M. R. and Al-Shammery, A. R. (1993) 'Engraved Fixed Restorations to Facilitate Identification in Forensic Dentistry', *Journal of Prosthetic Dentistry*, 69(5), pp. 533–535.

Dineshshankar, J., Venkateshwaran, R., Vidhya, J., Anuradha, R., Mary, G. P., Pradeep, R. and Senthileagappan, A. R. (2015) 'Denture bar-coding: An innovative technique in forensic dentistry', *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 7(6), pp. 350-353.

Dolan, K. D. and Smoker, W. R. K. (1983) 'Paranasal sinus radiology, Part 4A: maxillary sinuses', *Head and Neck Surgery*, 5(4), pp. 345–362.

- Domiaty, M. A., Al-gaidi, S. A., Elayat, A. A., Safwat, M. D. E. and Galal, S. A. (2010) 'Morphological patterns of lip prints in Saudi Arabia at Almadinah Almonawarah province', *Forensic Science International*, 200(1–3), pp. 179.e1-179.e9.
- Eastwood, B. A., Fletcher, J. and Laird, W. R. E. (1984) 'The value of dental restorations in post-mortem identification', *Journal of the Forensic Science Society*, 24(6), pp. 569–576.
- El-Gohary, M. S., Saad, K. M., El-Sheikh, M. M. and Nasr, T. M. (2009) 'A new denture labeling system as an ante-mortem record for forensic identification', *Mansoura Journal of Forensic Medicine and Clinical Toxicology*, XVII(2), pp. 79–86.
- Forrest, A. S. and Wu, H. Y. H. (2010) 'Endodontic imaging as an aid to forensic personal identification', *Australian Endodontic Journal*, 36(2), pp. 87–94.
- Furness, J. (1981) 'A general review of bite-mark evidence', *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 2(1), pp. 49–52.
- Gondivkar, S. M., Indurkar, A., Degwekar, S. and Bhowate, R. (2010) 'Cheiloscopy for sex determination', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 1(2), pp. 56-60.
- Gorza, L. and Mânica, S. (2018) 'Accuracy of dental identification of individuals with unrestored permanent teeth by visual comparison with radiographs of mixed dentition', *Forensic Science International*, 289, pp. 337–343.
- Gosavi, S. and Gosavi, S. (2012) 'Forensic odontology: A prosthodontic view', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 4(1), pp. 38-44.
- Hatch, G. M., Dedouit, F., Christensen, A. M., Thali, M. J. and Ruder, T. D. (2014) 'RADid: A pictorial review of radiologic identification using postmortem CT', *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 2(2), pp. 52–59.
- Heath, J. R., Zoitopoulos, L. and Griffiths, C. (1988) 'Simple methods for denture identification: a clinical trial', *Journal of Oral Rehabilitation*, 15(6), pp. 587–592.
- Hill, A. J., Lain, R. and Hewson, I. (2011) 'Preservation of dental evidence following exposure to high temperatures', *Forensic Science International*, 205(1-3), pp. 40–43.

Hinchliffe, J. (2011) 'Forensic odontology, part 1. Dental identification', *British Dental Journal*, 210(5), pp. 219–224.

Hirth, L., Göttsche, H. and Goedde, H. W. (1977) 'Lip prints variability and genetics', *Journal of Human Evolution*, 6(8), pp. 709–710.

Interpol (2014) 'Disaster victim identification guide', pp. 1-127.

Jain, A. and Chowdhary, R. (2014) 'Palatal rugae and their role in forensic odontology', *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 5(3), pp. 171–178.

Jain, A. K. and Chen, H. (2004) 'Matching of dental X-ray images for human identification', *Pattern Recognition*, 37(7), pp. 1519–1532.

Jasim, H. H. and Al-Taei, J. A. (2013) 'Computed tomographic measurement of maxillary sinus volume and dimension in correlation to the age and gender (comparative study among individuals with dentate and edentulous maxilla)', *Journal of Baghdad College of Dentistry*, 25(1), pp. 87–93.

Jerman, A. C. (1969) 'Denture Identification', *The Journal of the American Dental Association*, 80(6) pp. 1358-1359.

Kamble, V. B., Desai, R. G., Arabbi, K. C. and Dhopare, S. P. (2012) 'Use of photograph and memory card for identification of edentulous individual: An innovative technique', *Indian Journal of Dentistry*, 4(2), pp. 72–76.

Kamble, V. B., Desai, R. G., Arabbi, K. C., Dhopare, S., Mahajan, K., Patil, S. and Prakash, V. (2013) 'Denture marking: A valuable aid in forensic identification', *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 7(2), pp. 187–192.

Karaskas, S. and Kavakli, A. (2005) 'Morphometric examination of the paranasal sinuses and mastoid air cells using computed tomography', *Annals of Saudi Medicine*, 25(1), pp. 41–45.

Kareker, N., Aras, M. and Chitre, V. (2014) 'A review on denture marking systems: A mark in forensic dentistry', *Journal of Indian Prosthodontist Society*, 14(1), pp. 4–13.

- Kawarai, Y., Fukushima, K., Ogawa, T., Nishizaki, K., Gunduz, M., Fujimoto, M. and Masuda, Y. (1999) 'Volume quantification of healthy paranasal cavity by three-dimensional CT imaging', *Acta Oto-Laryngologica*, 119(540), pp. 45–49.
- Kiruba, L. N., Gupta, C., Kumar, S. and D'Souza, A. S. (2014) 'A study of morphometric evaluation of the maxillary sinuses in normal subjects using computer tomography images', *Archives of Medicine and Health Sciences*, 2(1), pp. 12-15.
- Krishnappa, S., Srinath, S., Bhardwaj, P. and Mallaya, C. H. (2013) 'Palatal rugoscopy: Implementation in forensic odontology - A review', *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*, 1(2), pp. 53–59.
- Kvaal, S. I. (2006) 'Collection of post mortem data: DVI protocols and quality assurance', *Forensic Science International*, 159(1), pp. 12–14.
- Leempoel, P. J. B., Eschen, S., De Haan, A. F. J. and Van't Hof, M. A. (1985) 'An evaluation of crowns and bridges in a general dental practice', *Journal of Oral Rehabilitation*, 12(6), pp. 515–528.
- Lin, P. L., Lai, Y. H. and Huang, P. W. (2012) 'Dental biometrics: Human identification based on teeth and dental works in bitewing radiographs', *Pattern Recognition*, 45(3), pp. 934–946.
- van der Linden, F. P. G. M. (1978) 'Changes in the position of posterior teeth in relation to ruga points', *American Journal of Orthodontics*, 74(2), pp. 142–161.
- Lorkiewicz-Muszynska, D., Kociemba, W., Rewekant, A., Sroka, A., Jonczyk-Potoczna, K., Patelska-Banaszewska, M. and Przystanska, A. (2015) 'Development of the maxillary sinus from birth to age 18. Postnatal growth pattern', *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 79(9), pp. 1393–1400.
- Lose, F. M. (1958) 'Denture Identification', *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 8(6), pp. 940–941.
- Luthra, R., Arora, S. and Meshram, S. (2012) 'Denture marking for forensic identification using memory card: An innovative technique', *Journal of Indian Prosthodontist Society*, 12(4), pp. 231–235.
- Masri, A. A., Yusof, A. and Hassan, R. (2013) 'A three dimensional computed tomography (3D-CT): A study of maxillary sinus in malays', *Canadian Journal of Basic & Applied Sciences*, 1(2), pp. 125–134.

Mohan, J., Dhinesh Kumar, C. D. and Simon, P. (2012) “‘Denture marking’ as an aid to forensic identification’, *Journal of Indian Prosthodontist Society*, 12(3), pp. 131–136.

Mustafa, A. G., Allouh, M. Z. and Alshehab, R. M. (2015) ‘Morphological changes in palatal rugae patterns following orthodontic treatment’, *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 31, pp. 19–22.

Muthusubramanian, M., Limson, K. S. and Julian, R. (2005) ‘Analysis of rugae in burn victims and cadavers to simulate rugae identification in cases of incineration and decomposition’, *Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 23(1), pp. 26–29.

Nguyen, E. and Doyle, E. (2018) ‘Dental post-mortem computed tomography for disaster victim identification: A literature review’, *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 13, pp. 5–11.

Nomir, O. and Abdel-Mottaleb, M. (2005) ‘A system for human identification from X-ray dental radiographs’, *Pattern Recognition*, 38(8), pp. 1295–1305.

Nomir, O. and Abdel-Mottaleb, M. (2007) ‘Human identification from dental X-ray images based on the shape and appearance of the teeth’, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 2(2), pp. 188–197.

Nuzzolese, E., Marcario, V. and Di Vella, G. (2010) ‘Incorporation of radio frequency identification tag in dentures to facilitate recognition and forensic human identification’, *The Open Dentistry Journal*, 4(1), pp. 33–36.

Ohtani, M., Nishida, N., Chiba, T., Fukuda, M., Miyamoto, Y. and Yoshioka, N. (2007) ‘Indication and limitations of using palatal rugae for personal identification in edentulous cases’, *Forensic Science International*, 176(2–3), pp. 178–182.

Page, M., Lain, R., Kemp, R. and Taylor, J. (2017) ‘Validation studies in forensic odontology – Part 1: Accuracy of radiographic matching’, *Science and Justice*, 58(3), pp. 185–190.

Paknahad, M., Shahidi, S. and Zarei, Z. (2017) ‘Sexual dimorphism of maxillary sinus using cone beam computed tomography’, *Journal of Forensic Sciences*, 62(2), pp. 395–398.

Pereira, J. G. D., Recalde, T. S. F., Costa, P. B., Jacometti, V., Magalhaes, L. V. and da Silva, R. H. A. (2017) ‘Forensic odontology education: From undergraduate to PhD - A Brazilian experience’, *Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 35(2), pp. 149–156.

Pfaeffli, M., Vock, P., Dirnhofer, R., Braun, M., Bolliger, S. A. and Thali, M. J. (2007) 'Post-mortem radiological CT identification based on classical ante-mortem X-ray examinations', *Forensic Science International*, 171(2–3), pp. 111–117.

Pinchi, V., Norelli, G. A., Caputi, F., Fassina, G., Pradella, F. and Vincenti, C. (2013) 'Dental identification by comparison of antemortem and postmortem dental radiographs: Influence of operator qualifications and cognitive bias', *Forensic Science International*, 3(1), pp. 87–93.

Pol, C. A., Ghige, S. K., Gosavi, S. R. and Hazarey, V. K. (2015) 'Effects of elevated temperatures on different restorative materials: An aid to forensic identification processes', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 7(2), pp. 148–152.

Poovannan, S., Jain, A. R., Krishnan, C. J. V. and Chandran, C. R. (2017) 'An in vitro evaluation of the reliability of QR code denture labeling technique', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 8(3), p. 179.

Prabhat, M., Rai, S., Kaur, M., Prabhat, K., Bhatnagar, P. and Panjwani, S. (2016) 'Computed tomography based forensic gender determination by measuring the size and volume of the maxillary sinuses', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 8(1), pp. 40–46.

Pretty, I. A. (2008) 'Forensic dentistry: 2. Bitemarks and bite injuries', *Dental Update*, 35(1), pp. 48–61.

Pretty, I. and Sweet, D. (2001) 'A look at forensic dentistry – Part 1: The role of teeth in the determination of human identity', *British Dental Journal*, 190(7), pp. 359–366.

Pye, A. D., Lockhart, D. E. A., Dawson, M. P., Murray, C. A. and Smith, A. J. (2009) 'A review of dental implants and infection', *Journal of Hospital Infection*, 72(2), pp. 104–110.

Rajendran, V., Karthigeyan, S. and Manoharan, S. (2012) 'Denture marker using a two-dimensional bar code', *Journal of Prosthetic Dentistry*, 107(3), pp. 207–208

Rani, S. U., Rao, G. V., Kumar, D. R., Sravya, T., Sivaranjani, Y. and Kumar, M. P. (2017) 'Age and gender assessment through three-dimensional morphometric analysis of maxillary sinus using magnetic resonance imaging.', *Journal of forensic dental sciences*, 9(1), p. 46.

Rathee, D. M. and Yadav, D. K. (2014) 'Denture identification methods: A review', *International Organization of Scientific Research Journal of Dental and Medical Sciences*, 13(10), pp. 58–61.

Reddy, L. V. K. (2011) 'Lip prints: An overview in forensic dentistry', *Journal of Advanced Oral Research*, 2(1), pp. 17–20.

Richmond, R., Phil, M. and Pretty, I. A. (2006) 'Contemporary methods of labeling dental prostheses - A review of the literature', *Journal of Forensic Sciences*, 51(5), pp. 1120–1126.

Richmond, R. and Pretty, I. A. (2009) 'A range of postmortem assault experiments conducted on a variety of denture labels used for the purpose of identification of edentulous individuals', *Journal of Forensic Sciences*, 54(2), pp. 411–414.

Rothwell, B. R. (1995) 'Bite marks in forensic dentistry: a review of legal, scientific issues', *The Journal of the American Dental Association*, 126(2), pp. 223–232.

Ruder, T. D., Kraehenbuehl, M., Gotsmy, W. F., Mathier, S., Ebert, L. C., Thali, M. J. and Hatch, G. M. (2012) 'Radiologic identification of disaster victims: A simple and reliable method using CT of the paranasal sinuses', *European Journal of Radiology*, 81(2), pp. e132–e138.

Ruder, T. D., Thali, Y. A., Rashid, S. N. A., Mund, M. T., Thali, M. J., Hatch, G. M., Christensen, A. M., Somaini, S. and Ampanozi, G. (2016) 'Validation of post mortem dental CT for disaster victim identification', *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 5, pp. 25–30.

Ryan, L. D., Keller, J. B., Rogers, D. E. and Schaeffer, L. (1993) 'Clear acrylic resin T-bar used in denture identification', *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 70(2), pp. 189–190.

Sakuma, A., Saitoh, H., Makino, Y., Inokuchi, G., Hayakawa, M., Yajima, D. and Iwase, H. (2012) 'Three-dimensional visualization of composite fillings for dental identification using CT images', *Dentomaxillofacial Radiology*, 41(6), pp. 515–519.

Scuderi, A. J., Harnsberger, H. R. and Boyer, R. S. (1993) 'Pneumatization of the paranasal sinuses: Normal features of importance to the accurate interpretation of CT scans and MR images', *American Journal of Roentgenology*, 160(5), pp. 1101–1104.

Sharma, P., Saxena, S. and Rathod, V. (2009) 'Cheiloscopy: The study of lip prints in sex identification', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 1(1), pp. 24–27.

Sharma, P., Saxena, S. and Rathod, V. (2010) 'Comparative reliability of cheiloscopy and palatoscopy in human identification', *Indian Journal of Dental Research*, 20(4), pp. 453-457.

Shiroma, C. Y. (2017) 'A comparison of US and Japanese dental restorative care present on service members recovered from the WWII era', *Journal of Forensic Sciences*, 62(6), pp. 1627-1631.

Sholl, S. A. and Moody, G. H. (2001) 'Evaluation of dental radiographic identification : an experimental study', *Forensic science international*, 115(3), pp. 165-169.

Shukla, D., Chowdhry, A., Bablani, D., Jain, P. and Thapar. R. (2011) 'Establishing the reliability of palatal rugae pattern in individual identification (following orthodontic treatment)', *Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 29(1), pp. 20-29.

Sidhu, R., Chandra, S., Devi, P., Taneja, N., Sah, K. and Kaur, N. (2014) 'Forensic importance of maxillary sinus in gender determination: A morphometric analysis from Western Uttar Pradesh, India', *European Journal of General Dentistry*, 3(1), pp. 53-56.

Silva, R. F., Franco, A., Picoli, F. F., Nunes, F. G. and Estrela, C. (2014) 'Dental identification through endodontic radiographic records: A case report.', *Acta Stomatologica Croatica*, 48(2), pp. 147-150.

Silva, R. H. A., de Oliveira Musse, J., Melani, R. F. H. and Oliveira, R. N. (2006) 'Human bite mark identification and DNA technology in forensic dentistry', *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 5(19), pp. 1193-1197.

Simmons, J. D., Moore, R. N. and Erickson, L. C. (1987) 'A longitudinal study of anteroposterior growth changes in the palatine rugae', *Journal of Dental Research*, 66(9), pp. 1512-1515.

Soon, A. S., Bush, M. A. and Bush, P. J. (2015) 'Complex layered dental restorations: Are they recognizable and do they survive extreme conditions?', *Forensic Science International*, 254, pp. 1-4.

Stavrianos, C., Petalotis, N., Metska, M., Stavrianou, I. and Papadopoulos, Ch. (2007) 'The value of identification marking on dentures', *Balkan Journal of Stomatology*, 11, pp. 212-216.

Sweet, D., Lorente, M., Lorente, J. A., Valenzuela, A. and Villanueva, E. (1997) 'An improved method to recover saliva from human skin: the double swab technique.', *Journal of forensic sciences*, 42(2), pp. 320-322.

Sweet, D. (2010) 'Forensic dental identification', *Forensic Science International*, 201(1–3), pp. 3–4.

Sweet, D. and Pretty, I. a (2001) 'A look at forensic dentistry - Part 2: Teeth as weapons of violence - identification of bitemark perpetrators.', *British dental journal*, 190(8), pp. 415–418.

Teke, H. Y., Duran, S., Canturk, N. and Canturk, G. (2007) 'Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography scans', *Surgical and Radiologic Anatomy*, 29(1), pp. 9–13.

Thali, M. J., Markwalder, T., Jackowski, C., Sonnenschein, M. and Dirnhofner, R. (2006) 'Dental CT imaging as a screening tool for dental profiling: Advantages and limitations', *Journal of Forensic Sciences*, 51(1), pp. 113–119.

Tohnak, S., Mehnert, A. J. H., Mahoney, M. and Crozier, S. (2007) 'Synthesizing dental radiographs for human identification', *Journal of Dental Research*, 86(11), pp. 1057–1062.

Utsuno, H., Kanoh, T., Tadokoro, O., Inoue, K. (2005) 'Preliminary study of post mortem identification using lip prints', *Forensic Science International*, 149(2–3), pp. 129–132.

van der Velden, A., Spiessens, M. and Willems, G. (2006) 'Bite mark analysis and comparison using image perception technology', *Journal of Forensic Odonto-Stomatology*, 24(1), pp. 14–17.

Venkat Nag, P. and Shenoy, K. (2009) 'Dentures in forensic identification: A simple and innovative technique', *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 6(2), p. 75-77.

Vermeylen, Y. (2006) 'Guidelines in forensic odontology: Legal aspects', *Forensic Science International*, 159(1), pp. 2004–2006.

Vidya, C. S., Shamasundar, N. M., Manjunatha, B. and Raichurkar, K. (2013) 'Evaluation of size and volume of maxillary sinus to determine gender by 3D computerized tomography scan method using dry skulls of south indian origin', *International Journal of Current Research and Review*, 5(3), pp. 97–100.

Viner, M. D. and Robson, J. (2017) 'Post-mortem forensic dental radiography - a review of current techniques and future developments', *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 8, pp. 22–37.

Wazir, S. S., Arora, P., Srivastava, R. and Rastogi, S. (2015) 'Forensic application of palatal rugae in dental identification', *Journal of Nepal Medical Association*, 53(199), pp. 151–155.

Wood, R. E. (2006) 'Forensic aspects of maxillofacial radiology', *Forensic Science International*, 159(1), pp. 47–55.

Wood, R. E. and Kogon, S. L. (2010) 'Dental radiology considerations in DVI incidents: A review', *Forensic Science International*, 201(1–3), pp. 27–32.

Xavier, T. A., Dias Terada, A. S. S. and da Silva, R. H. A. (2015) 'Forensic application of the frontal and maxillary sinuses: A literature review', *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 3(2), pp. 105–110.

Yoshino, M., Miyasaka, S., Sato, H. and Seta, S. (1987) 'Classification system of frontal sinus patterns by radiography. Its application to identification of unknown skeletal remains', *Forensic Science International*, 34(4), pp. 289–299.

Zakirulla, M. and Allahbaksh, M. (2011) 'Modern Tools in Forensic Dentistry', *International Journal of Contemporary Dentistry*, 2(3), pp. 28–33.

Zelic, K., Djonic, D., Neskovic, O., Stoiljkovic, M., Nikolic, S., Zivkovic, V. and Djuric, M. (2013) 'Forensic or archaeological issue: Is chemical analysis of dental restorations helpful in assessing time since death and identification of skeletonized human remains?', *Journal of Forensic Sciences*, 58(5), pp. 1284–1288.

Zitzmann, N. U., Hagmann, E. and Weiger, R. (2007) 'What is the prevalence of various types of prosthetic dental restorations in Europe?', *Clinical Oral Implants Research*, 18(3), pp. 20–33.